



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 45 756 A 1

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
A 61 B 6/03

DE 198 45 756 A 1

⑯ Aktenzeichen: 198 45 756.1  
⑯ Anmeldetag: 5. 10. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 27. 4. 2000

⑯ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Erfinder:  
Hell, Erich, Dr., 91054 Erlangen, DE; Ohrndorf,  
Thomas, Dipl.-Phys., 96146 Altendorf, DE; Mattern,  
Detlef, Dr., 91056 Erlangen, DE; Schardt, Peter, Dr.,  
91341 Röttenbach, DE

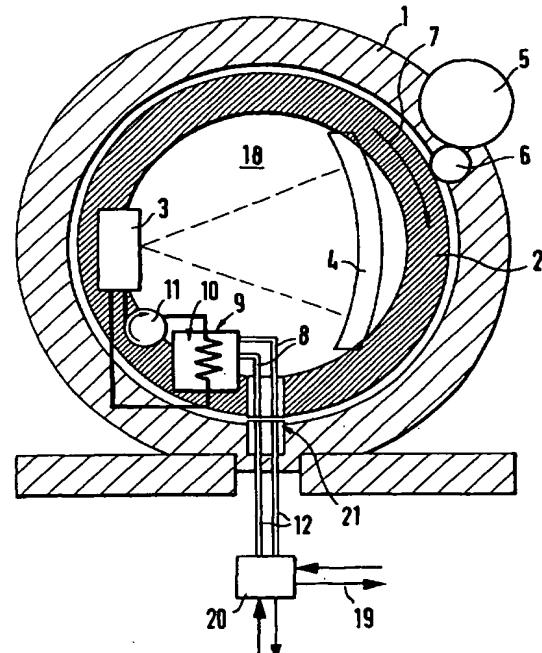
⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 197 48 281 A1  
US 56 10 968  
US 41 15 697

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Computertomographie-Anlage mit gekühlter Gantry

⑯ Computertomographie-Anlage mit einer in einem feststehenden Gantrygehäuse um einen Patientenaufnahmeraum rotierenden Gantry, die eine mit einer Kühleinrichtung verbundene Röntgenröhre (3) eine direkt gekühlte Drehkolbenröhre ist, deren als Wärmezwischenspeicher dienendes Kühlmittel über eine Kühlmittelpumpe (11) in Stillstandsperioden der Gantry (2) durch einen ebenfalls mitrotierenden Wärmetauscher (10) abkühlbar ist.



DE 198 45 756 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Computertomographie-Anlage mit einer in einem feststehenden Gantrygehäuse um einen Patientenaufnahmeraum rotierenden Gantry, die eine mit einer Kühlseinrichtung verbundene Röntgenröhre trägt.

Die bei der Erzeugung von Röntgenstrahlung eingesetzte Energie wird zu 99% in Wärme umgewandelt, deren Abführung, besonders bei modernen Untersuchungsanlagen wie der Computertomographie oder der Angiographie, wo sehr hohe Leistungen gefahren werden, ganz erhebliche Probleme bereitet. Bei der Computertomographie ergibt sich ein besonderes Problem aus der Tatsache, daß die Röntgenröhre auf einer sich kontinuierlich drehenden Gantry befindet, bei der die Drehachse, wegen des notwendigen Freiraums zum Durchschieben des Patienten, nicht für Drehdurchführungen zugänglich ist. Zwar kann die elektrische Energie leicht über Schleifringe zugeführt werden, die Abwärme kann jedoch nicht durch direkte Kühlung mit Flüssigkeiten während der Drehbewegung abgeführt werden.

Bei Computertomographie-Anlagen verwendet man bisher grundsätzlich Drehanodenröntgenröhren, welche die anfallende Wärme im Anodensteller zwischen den Speichern und sie permanent vorwiegend über Wärmestrahlung an das umgebende Kühl- und Isolationsöl abgeben. Nach dem Erreichen der Anodengrenztemperatur müssen jedesmal lange Zwangspausen eingelegt werden, um über diesen relativ schlechten Weg der Wärmeübertragung durch Strahlung den Anodensteller wieder genügend abkühlen zu können. Das Öl zirkuliert in einem geschlossenen Kreislauf auch durch einen mitrotierenden Wärmetauscher, der die Wärme an die Luft im Gantrygehäuse abgibt. Ein weiterer feststehender Wärmetauscher im Gantrygehäuse kühlte die erwärmte Gantryluft und führt die Wärme z. B. an ein fest installiertes Kühlwassersystem ab. Bei diesem bekannten Aufbau liegen zwangsläufig zwei hohe Wärmewiderstände in Serie: der vorwiegende Strahlungstransport von der Drehanode durch das Röhrenvakuum in das Kühlöl und die beiden Wärmetauscher, die die Gantrydrehung entkoppeln.

Der Strahlungstransport ist wegen des  $T^4$ -Gesetzes zwar bei hohen Tellertemperaturen (um  $2000^{\circ}\text{C}$ ) recht effektiv, läßt aber bei zurückgehender Temperatur sehr stark nach und nutzt die vorhandene Wärmekapazität des Tellers aus Zeitgründen nur unvollständig aus. Die beiden seriellen Öl/Luft- und Luft/Wasserwärmetauscher müssen wegen der geringen Wärmekapazität der Luft und wegen des nur geringen zulässigen Temperaturhubes der Luft recht voluminös sein.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Computertomographie-Anlage der eingangs genannten Art mit einer verbesserten Kühlung auszubilden, die mit nur kurzen Stillstandszeiten nach einer Untersuchung auskommt, um die Anlage wieder auf die gewünschten Ausgangstemperaturen zurückzuführen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfundungsgemäß vorgesehen, daß die Röntgenröhre eine direkt gekühlte Drehkolbenröhre ist, deren als Wärmezwischenspeicher dienendes Kühlmittel über eine Kühlmittelpumpe in Stillstandsperioden der Gantry durch einen, ebenfalls mitrotierenden, Wärmetauscher abkühlbar ist.

Die Erfindung baut dabei auf dem Konzept der Drehkolbenröhren auf, bei denen die Anode durch direkten Kontakt mit dem Öl sehr effektiv gekühlt wird. Nach dem Ende einer Belastung ist die Anode in ca. 30 Sekunden wieder auf der Temperatur des Öls. In diesem Fall ist die Röhrenanode nicht mehr der Wärmezwischenspeicher, wie bei den bislang bekannten Computertomographie-Anlagen mit Dreh-

nodenröntgenröhren, sondern das Kühlmittel, im allgemeinen das Öl. Die Röhrenanode dient allenfalls als Kurzzeitspeicher.

Entscheidend ist dabei, daß der ebenfalls an der Gantry montierte und daher mitrotierende Wärmetauscher bei der erfundungsgemäßen Anlage nicht ständig arbeitet, was es notwendig machen würde, daß er sekundärseitig mit Luftkühlung arbeitet, also die Gantryinnenraumluft erwärmt, sondern nur während der Stillstandsperioden der Gantry in Betrieb genommen wird, so daß eine Flüssigkeitskühlung auf der Sekundärseite dieses Wärmetauschers vorgesehen sein kann. So soll der vorzugsweise mit Wasser betriebene Sekundärkreislauf des Wärmetauschers an der Gantry mit einem stationären, außerhalb des Gantrygehäuses angeordneten Kühler verbindbar sein.

Bevorzugt ist zu diesem Zweck vorgesehen, daß an der Gantry und am Gantrygehäuse Schnellkupplungen zur Verbindung der Leitungen vom Wärmetauscher mit den Leitungen des äußeren Kühlers in einer festen Drehposition des Innenteils vorgesehen sind. Jedesmal wenn nach Durchführung einer Untersuchung die Röntgenröhre und die Rotation der Gantry abgeschaltet wird, wird diese automatisch in die Position verfahren, in welcher durch die Schnellkupplung ein Anschluß des äußeren Wasserkühlers an den mit der Gantry rotierenden Wärmetauscher möglich ist, so daß durch diese effektive Art der Wasserkühlung die in der Isolierflüssigkeit gespeicherte, bei der Untersuchung angefahrene Wärmeenergie innerhalb eines sehr kurzen Zeitraums abgeführt werden kann. Dadurch ergeben sich praktisch keine Stillstandszeiten einer Computertomographie-Anlage, da die auf jeden Fall notwendige Zeit zum Herausfahren eines Patienten und zum Positionieren des nächsten Patienten auf der verfahrbaren Liege meist schon ausreicht, um diese Abkühlung des als Wärmezwischenspeicher dienenden Kühlmittels zu erreichen.

Dabei hat es sich als zweckmäßig erwiesen, zusätzlich eine vorzugsweise druckluftunterstützte Wasserablaßeinrichtung zur Entleerung des Wärmetauschers und der gantryseitigen Leitungen des Sekundärkreislaufes vorzusehen.

Nach erfolgter Abkühlung des Kühlmittels wird zunächst das Kühlwasser im Sekundärkreislauf unterbrochen und der gantryseitige Wasseranteil durch die Druckluft ausgeblasen, so daß bei der anschließenden Untersuchung und der dabei auftretenden Erhitzung des Kühlmittels der Drehkolbenröhre auf mehrere  $100^{\circ}$  im Sekundärkreislauf kein Wasser mehr ist, das dabei ja wegen der starken Überhitzung ein Platzen der Kühlschläuche zur Folge haben könnte.

Schließlich liegt es auch noch im Rahmen der Erfindung, der Drehkolbenröhre einen zusätzlichen in die Gantry mitintegrierten Kühlmittelspeichertank zur Erhöhung der Wärmepeicherkapazität zuzuordnen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Computertomographie-Anlage mit einer erfundungsgemäßen Gantrykühlung und

Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der Magnetkupplung zur Verbindung der Kühlleitungen der Gantry mit den feststehenden Leitungen des Außenkühlers.

Im feststehenden Gantrygehäuse 1 ist die eigentliche Gantry 2, die eine Röntgenröhre 3 und üblicherweise auch ihr gegenüberstehend einen Strahlungsempfänger 4 trägt, rotierend gelagert, so daß sie durch den Gantryantrieb 5 mit der Antriebsrolle 6 in Richtung des Pfeils 7 rotierend angetrieben werden kann. Die verwendete Röntgenröhre 3 ist dabei eine Drehkolbenröhre, deren Anode durch direkten Kon-

takt mit einer Kühlflüssigkeit gekühlt wird. Diese Kühlflüssigkeit dient dabei während der Untersuchungen als Wärmezwischenspeicher. Nach dem Abschluß einer Untersuchung wird die Drehung der Gantry 2 abgeschaltet, wobei beim Abschalten automatisch immer eine Position angefahren wird, in der die Leitungen 8 des Sekundärkreislaufs 9 eines Wärmetauschers 10, der mit der Gantry mitrotiert und deren Primärkreislauf durch eine Kühlmittelpumpe 11 mit der Röntgenröhre 3 verbunden ist, fluchtend zu den feststehenden Leitungen 12 einer stationären Außenkühlung angeordnet sind. Die Verbindung der Leitungen 8 und 12 in der in Fig. 1 gezeigten Ruhestellung der Gantry erfolgt mit Hilfe einer in Fig. 2 angedeuteten Magnetschnellkupplung. Am Ende der Leitungen 12 ist jeweils ein Wellenschlauch 13, der gleichzeitig eine Rückstelfeder bildet, vorgesehen, an die der eine Magnetspule 14 enthaltende Dichtkopf 15 angeschlossen ist. Durch Erregen der Spule 14 wird der Kopf 15 mit dem O-Ring 16 an den gantryseitigen Flansch 17 am jeweiligen Ende einer der Leitungen 8 dichtend angezogen. Durch Abschalten des Stroms der Spule 14 erfolgt automatisch durch die Rückstelfedereigenschaft des Wellenschlauchs 13 eine Entkupplung und Trennung des Dichtkopfs 15 vom Flansch 17, so daß die Gantry unbehindert wieder rotieren kann.

Im Betrieb, während einer Computertomographie-Untersuchung, bei der ein Patient im Patientenaufnahmeraum 18 verfahren wird, um den die Gantry rotiert – die beidseits der Gantry am Gantrygehäuse gelagerten Schienen für die Patientenliege sind dabei der Übersichtlichkeit halber nicht mit dargestellt worden –, wird die beim Betrieb der Röntgenröhre 3 anfallende Wärme ausschließlich vom in direktem Kontakt mit der Anode stehenden Kühlmittel aufgenommen und zwischengespeichert. Gegebenenfalls kann zur Erhöhung der Wärmespeicherkapazität deshalb auch noch ein Kühlmittelspeichertank in die Gantry integriert sein, so daß ein größeres Flüssigkeitsvolumen zur Wärmespeicherung zur Verfügung steht. Nach dem Abschluß einer Untersuchung und dem Verfahren der Gantry 2 in die in Fig. 1 gezeigte Position wird die Kühlmittelpumpe 11 in Betrieb gesetzt, so daß das erhitze Kühlmittel durch den Wärmetauscher 10 strömt, wo es durch das gleichzeitig angekoppelte äußere Kühlsystem durch das Kühlwasser von einem äußeren Kühlern in den Sekundärkreislauf 9 eingepumpt wird, sehr wirksam und rasch abgekühlt werden kann. Nach dem Abkühlen des Kühlmittels der Drehkolbenröhre wird das Wasser im Sekundärkreislauf 9 wieder abgelassen, was bevorzugt durch eine bei 19 angedeutete Druckluftanordnung in einem Mehrwegeventil 20 erreicht wird. Der Sekundärteil des Wärmetauschers 10 einschließlich der Leitungen 8 und der vom Mehrwegeventil 20 zu der Magnetschnellkupplung 21 führenden Leitungen 12 wird völlig wasserfrei gemacht. Dies hat den Vorteil, daß zum einen das Wasser nicht bei der Drehung der Gantry mitbewegt werden muß und daß nicht gesonderte Leitungsverschlüsse im Bereich der Magnetschnellkupplung 21 vorgesehen zu sein brauchen. Darüber hinaus wird auf diese Art und Weise verhindert, daß sich Wasser während der Untersuchung und während des Aufheizens des Kühlmittels der Drehkolbenröhre auf Temperaturen von mehreren 100° im Wärmetauscher 10 befindet und ungewollt ebenfalls auf derart hohe Temperaturen aufgeheizt werden kann, weil sonst ggf. ein Platzen der durch das überhitzte Wasser belasteten Rohrschlangen zu befürchten wäre.

nahmeraum rotierenden Gantry, die eine mit einer Kühleinrichtung verbundene Röntgenröhre trägt, dadurch gekennzeichnet, daß die Röntgenröhre (3) eine direkt gekühlte Drehkolbenröhre ist, deren als Wärmezwischenspeicher dienendes Kühlmittel über eine Kühlmittelpumpe (11) in Stillstandsperioden der Gantry (2) durch einen ebenfalls mitrotierenden Wärmetauscher (10) abkühlbar ist.

2. Computertomographie-Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Röntgenröhre (3) ein zusätzlicher in die Gantry (2) integrierter Kühlmittelspeichertank zur Erhöhung der Wärmespeicherkapazität zugeordnet ist.

3. Computertomographie-Anlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der vorzugsweise mit Wasser betriebene Sekundärkreislauf (9) des Wärmetauschers (10) mit einem stationären außerhalb des Gantrygehäuses (1) angeordneten Kühlern verbindbar ist.

4. Computertomographie-Anlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß an der Gantry (2) und am Gantrygehäuse (1) Schnellkupplungen (21) zur Verbindung der Leitungen (8) vom Wärmetauscher (10) mit den Leitungen (12) des äußeren Kühlers in einer festen Drehposition der Gantry (2) vorgesehen sind.

5. Computertomographie-Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schnellkupplungen Magnetspulen mit stromdurchflossenen Magnetspulen sind.

6. Computertomographie-Anlage nach einem der Ansprüche 3 bis 5, gekennzeichnet durch eine vorzugsweise druckluftunterstützte Wasserablaßeinrichtung zur Entleerung des Wärmetauscher (10) und der gantryseitigen Leitungen (8) des Sekundärkreislaufs (9).

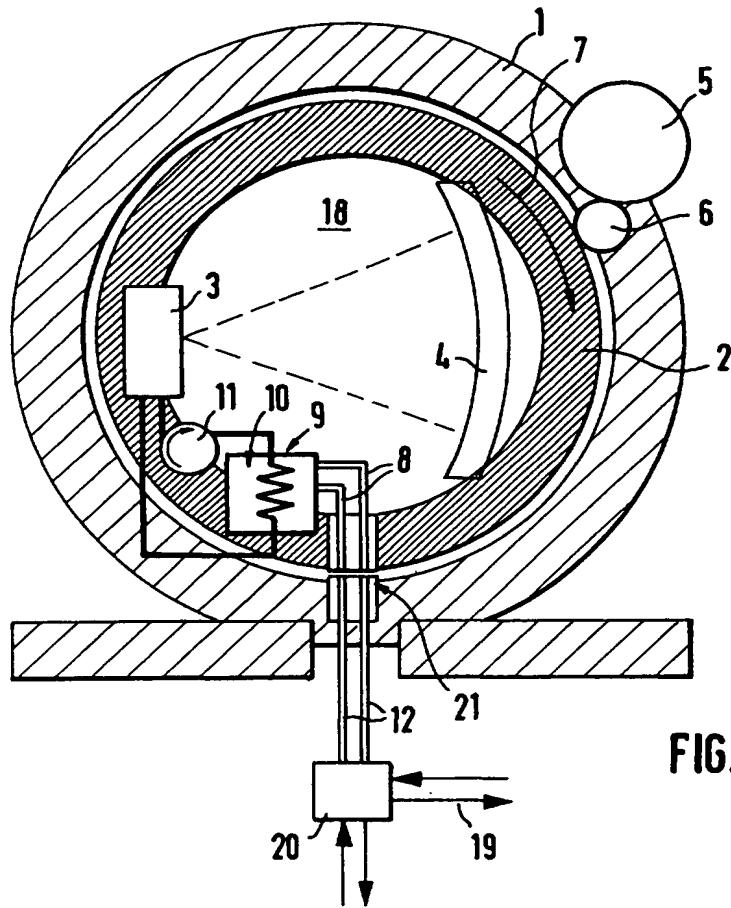


FIG. 1

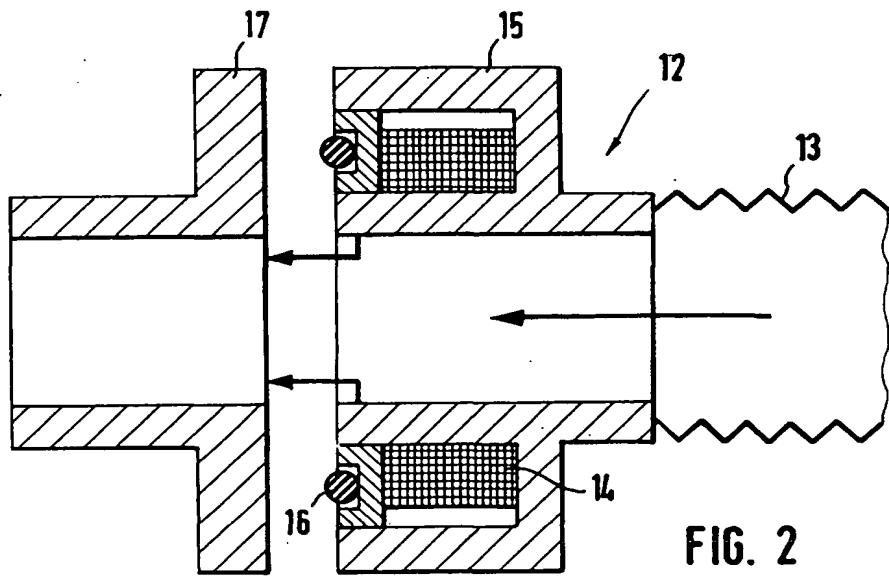


FIG. 2